

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УСТРОЙСТВ ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ CADENCE

Рассмотрена методика исследования динамики устройств фазовой синхронизации.

ВВЕДЕНИЕ

Системы фазовой синхронизации (СФС) применяются в радиотехнике, телекоммуникациях и компьютерной технике, что обусловлено их высокой точностью, скоростью, простотой технической реализации, работой в широком диапазоне частот[1].

При проектировании СФС решается задача определения параметров разрабатываемого устройства, удовлетворяющих требованиям технического задания (ТЗ).

Основными структурными элементами классической схемы СФС являются:

- фазовый детектор (ФД), определяет сигнал ошибки формируемого колебания относительно входного сигнала;
- звенья фильтрации и коррекции (ЗФК) позволяющие избежать самовозбуждения системы;
- генератор, управляемый напряжением (ГУН), вырабатывающий выходное колебание[1].

На рис.1 изображена обобщенная схема системы фазовой синхронизации, где ФД – фазовый детектор, ЗФК – звенья фильтрации и коррекции, УГ – управляемый генератор, ОС – цепь обратной связи, y – задающее воздействие, ϵ – ошибка регулирования, ω – сигнал на выходе СФС, f_1 и f_2 – возмущающие воздействия.

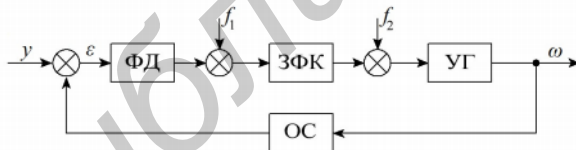


Рис. 1 – Обобщенная схема СФС

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВНЫХ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СФС

Ранее был предложен метод проектирования СФС, основанный на построении многомерных областей устойчивости, областей качества по времени переходных процессов, областей качества по уровню шумов с последующим выбором параметров разрабатываемой системы, удовлетворяющим условиям ТЗ[2].

В результате применения данного метода получаем передаточные функции структурных

элементов СФС. При этом возникает необходимость представления полученных передаточных функций электрическими звеньями с соответствующими характеристиками. Эта задача актуальна для разработчиков, так как изменившаяся технология изготовления микросхем структурных элементов СФС привела к тому, что фирмами производителями представляются неполные характеристики или характеристики не соответствующие действительности.

Авторами предлагается метод определения характеристик современных микросхем основных структурных элементов СФС по электрическим схемам.

При анализе характеристик могут применяться различные пакеты программ для моделирования электрических схем. В данной работе использован пакет программ Cadence SPB.

Входным элементом СФС является Фазовый детектор (ФД), который предназначен для формирования управляющего сигнала с целью подстройки ГУН к требуемой частоте.

Основными характеристиками фазового детектора являются зависимость выходного сигнала от разности фаз входных сигналов, время перехода в установившийся режим, входное и выходное сопротивления, инерционность.

В простейшем случае в качестве ЗФК используется интегрирующий фильтр 1-го порядка обеспечивающий в системе астатизм 1-го порядка. Для повышения порядка астатизма системы или дополнительной фильтрации применяются фильтры более высокого порядка. Простейшим интегрирующим фильтром является пропорционально-интегрирующая RC-цепь.

Важной составной частью СФС является генератор, частотой которого можно управлять с выхода фазового детектора. Их основные характеристики в сильной степени определяют качество всей системы.

УГ имеют ряд характеристик, определяющих их основные свойства, это статическая характеристика, отношение сигнал/шум, длительность процесса включения и выключения, скорость перестройки с одной частоты на другую[3].

Для определения основных характеристик структурных элементов СФС создается модель внутренней структуры выбранной микросхемы на основании технической документации предоставляемой заводом изготовителем.

При исследовании зависимости выходного сигнала от разности фаз входных сигналов, на входы ФД подаются два синусоидальных сигнала одинаковой частоты со сдвигом фаз $\Delta\phi$.

Для получения статической характеристики УГ снимается зависимость частоты сигнала от управляющего входного напряжения при разных значениях индуктивности, путем изменения уровня входного напряжения и измерения частоты генерируемого сигнала.

На основании полученных результатов делается вывод о соответствии исследуемой микросхемы требованиям, предъявляемым к параметрам элемента.

II. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УСТРОЙСТВ ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Основываясь на результатах анализа характеристик серийно выпускаемых микросхем, для схемной реализации устройства фазовой синхронизации были выбраны микросхема аналогового фазового детектора MC1496, производимая фирмой ON Semiconductor, и микросхема аналогового генератора управляемого напряжением MC1648, производимая фирмой MOTOROLA.

Выбранные устройства включались по схемам указанным в технической документации, предоставляемой заводами изготовителями. Электрическая схема разработанного устройства представлена на рис. 2.

К основными показателями быстродействия устройств фазовой синхронизации относятся время перехода в режим удержания при включении системы и длительность перестройки с одной частоты на другую в пределах полосы захвата.

Спроектированная система настроена на работу в пределах частот от 10 МГц до 20 МГц. Для нахождения времени перехода в режим удержания необходимо подать на вход модели синусоидальный сигнал постоянной частоты и по выходному сигналу определить величину данного показателя. Для исследуемой системы время перехода в режим удержания при работе на частотах в пределах полосы удержания не превышает 10 мкс.

При анализе длительности перестойки СФС с одной частоты на другую на вход устройства подается синусоидальный сигнал постоянной частоты, далее при переходе системы в режим удержания изменяется частота входного сигнала и по выходному сигналу определяется время перестройки. Для рассматриваемого устройства данный показатель не превышал 5 мкс.

Выводы

Таким образом, результаты полученные при анализе динамики разработанного устройства фазовой синхронизации подтверждают правильность ранее предложенного метода проектирования СФС, основанного на построении многомерных областей устойчивости и качества [2].

1. Романов, С. К., Тихомиров, Н. М., Леньшин, А. В. Системы импульсно-фазовой автоподстройки в устройствах синтеза и стабилизации частот. – М.: Радио и связь, 2010. – 328 с.
2. Шилин, Д. Л., Пучинец, В. В., Шилин, Л. Ю. Анализ быстродействия импульсных систем фазовой синхронизации. Информационные технологии и системы 2012 (ИТС 2012): материалы международной научной конференции. Стр. 102-103. – Минск : БГУИР, 2012. – 352 с
3. Белов, Л. Компоненты синтезаторов стабильной частоты. Генераторы управляемые напряжением. – М.: Электроника: НТБ, 2004, №4. – С. 42-46.

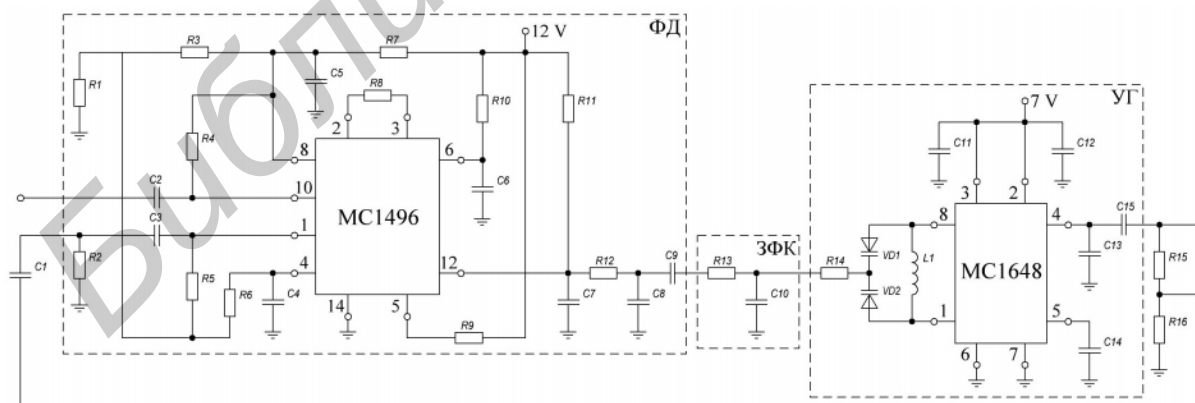


Рис. 2 – Электрическая схема устройства фазовой синхронизации на базе микросхем MC1496 и MC1648

Пучинец Виктор Викторович, студент 5 курса факультета ИТиУ БГУИР, puchinets.viktor@yandex.ru.

Научный руководитель: Шилин Леонид Юрьевич, декан факультета ИТиУ БГУИР, доктор технических наук, профессор.